

明細書

気相成長装置及び気相成長方法

5 技術分野

本発明は、シリコン単結晶基板の主表面にシリコンエピタキシャル層を気相成長させるための気相成長装置と、これを用いた気相成長方法とに関する。

背景技術

10 従来、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる装置として、いわゆる枚葉型の気相成長装置が知られている。枚葉型の気相成長装置は、シリコン単結晶基板を支持する略円盤状のサセプタを備えており、サセプタ上のシリコン単結晶基板を両面から加熱しつつ主表面上にシリコン原料を供給することでシリコンエピタキシャル層を気相成長させることができる。より詳細には、サセプタは主表面の中央部にシリコン単結晶基板を位置決めするための座ぐりを有しており、この座ぐり内でシリコン単結晶基板を支持するようになっている。

ところで、シリコン単結晶基板が不均一に加熱される場合には、その主表面のうち熱応力が加わる部位の上部に形成されるシリコンエピタキシャル層にスリップ転位が発生しやすい。そのため、このようなスリップ転位の発生を防ぐべく、気相成長装置においては、シリコン単結晶基板を均一に加熱することができるよう、例えば外周部よりも中央部で底面が深くなる座ぐりを有するサセプタ（例えば、特開昭61-215289号公報参照）や、底面が球面状に盛り上がった座ぐりを有するサセプタ（例えば、特開昭62-262417号公報参照）等が用いられている。

しかしながら、上記2つの文献に開示のサセプタであっても、スリップ転位の発生頻度は個々のサセプタで異なる。そのため、サセプタの違いに関わらずスリップ転位の発生を確実に低減することができるよう改善が求められている。

本発明は、スリップ転位の発生頻度を確実に低減することができる気相成長装

置及び気相成長方法を提供することを目的とする。

発明の開示

上記課題を解決するため、本発明の気相成長装置は、

- 5 サセプタに形成された座ぐり上に載置したシリコン単結晶基板を両面から加熱しつつ、該シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる気相成長装置において、
座ぐりは、シリコン単結晶基板の裏面を支持する外周側部分と、外周側部分の内側に該外周側部分よりも窪んだ状態に保たれた内周側部分とを有し、
10 サセプタは、逆U字状に反った縦断面形状を有することを特徴とする。
ここで、同じタイプの座ぐり形状を有するサセプタであっても、個々のサセプタによってスリップ転位の発生頻度が異なるのは、サセプタの製造工程において一部のサセプタが縦断面視U字状に反った形状となる結果、シリコン単結晶基板の裏面と座ぐりの底面との間隔が大きくなるためである。
15 即ち通常、サセプタは、グラファイトからなる本体部を加熱処理して高純度化した後、その表面にSiC（炭化珪素）をコーティングすることにより形成されるが、この加熱処理の際にサセプタは、図3に示すように縦断面視U字状に反った形状となるか、図2Aに示すように縦断面視逆U字状に反った形状となる。そして、上記2つの文献に開示のサセプタであっても、縦断面視U字状に反ったサ
20 セプタ50（図3参照）を用いてシリコンエピタキシャル層を気相成長させる場合には、座ぐりの底面52とシリコン単結晶基板Wの裏面との間隔は、サセプタが平坦である場合の座ぐりの底面とシリコン単結晶基板Wの裏面との間隔Dに比べて、サセプタの裏面のうち、座ぐりの中央部に対応する位置とシリコン単結晶基板Wの支持部に対応する位置との高低差 α 分だけ大きい $D + \alpha$ となる。よって、
25 この場合にはシリコン単結晶基板Wの主表面側の中央部と外周部との温度差が大きくなってしまうため、シリコン単結晶基板Wの主表面の外周部に加わる熱応力が大きくなり、その結果、外周部上に形成されるシリコンエピタキシャル層にスリップ転位が発生することとなる。

このように、スリップ転位は、シリコン単結晶基板Wの裏面を支持する座ぐり

の外周側部分よりも窪んだ内周側部分の底面とシリコン単結晶基板Wとの間隔が大きくなることにより発生するので、当該間隔が小さくなつてもスリップ転位の発生頻度は増加しない。

そこで、図2Aに示すような逆U字状に反った縦断面形状を有するサセプタ2を選択的に用い、座ぐりの底面21aとシリコン単結晶基板Wとの間隔を、サセプタ2が平坦である場合の値Dよりも反り量 β だけ小さくした状態で気相成長を行う。すると、この場合には、縦断面視U字状に反ったサセプタ50を用いる場合と比較して、気相成長の際にシリコン単結晶基板Wの主表面側の中央部と外周部との温度差が小さくなり、シリコン単結晶基板Wの外周部に熱応力が加わり難くなるため、スリップ転位の発生頻度を確実に低減することができる。
5

座ぐりが直径300mm以上のシリコン単結晶基板用に形成されている場合、座ぐりの内周側部分の底面とシリコン単結晶基板の裏面との最大距離が0.4m未満であることが好ましい。この場合には、スリップ転位の発生頻度を確実に低減することができる。一方、座ぐりの内周側部分の底面とシリコン単結晶基板15の裏面との最大距離が0.4mm以上になると、スリップ転位の発生頻度が顕著に増加する。

また、サセプタが縦断面視逆U字状に反りすぎると、座ぐりの底面にシリコン単結晶基板の裏面が接触する結果、シリコン単結晶基板の裏面に傷が付くこととなり、当該裏面に鏡面加工が施されている場合は傷が顕著化するので特に好ましくない。
20

サセプタが枚葉型である場合、逆U字状の反りの大きさを曲率で表すと、サセプタの裏面側の曲率は $1.75 \times 10^{-5} \text{ mm}^{-1}$ 以下であることが好ましく、この程度の反りであればシリコン単結晶基板の裏面において傷の発生が顕著化しない。但し、サセプタの座ぐりが極端に浅い場合には、この限りでない。なお、サセプタが枚葉型であるとは、枚葉型の気相成長装置用であることを意味する。また、サセプタの裏面側の曲率とは、曲率半径を r としたときに、 $r^2 = (r - (\text{サセプタの裏面のうち、座ぐりの中心部に対応する位置と、シリコン単結晶基板の支持部に対応する位置との高低差}))^2 + (\text{シリコン単結晶基板の半径})^2$ から計算される値 r の逆数 $1/r$ である。
25

具体的には、例えば、直径300mmのシリコン単結晶基板用の枚葉型サセプタであって、撓んでいない状態のシリコン単結晶基板の裏面中央と座ぐりの内周側部分の底面との間隔が0.2mmとなるように形成されたサセプタが縦断面視逆U字状に反っている場合には、サセプタの裏面側の曲率が $1.75 \times 10^{-5} \text{m m}^{-1}$ より大きいと座ぐりの底面が接触することによりシリコン単結晶基板の裏面に傷が付くこととなる。

また、本発明の気相成長方法は、本発明の気相成長装置を用いて、シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させることを特徴とする。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る気相成長装置の実施の形態の概略構成を示す縦断面図である。

図2Aは本発明に係るサセプタの縦断面図であり、図2Bは本発明に係るサセプタの裏面を示す平面図である。

図3は、従来のサセプタの縦断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る気相成長装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。なお、本実施の形態における気相成長装置は、直径300mmのシリコン単結晶基板の主表面にエピタキシャル層を気相成長させるための枚葉型の気相成長装置である。

図1は、気相成長装置100の概略構成を示す縦断面図である。この気相成長装置100は、シリコン単結晶基板Wが内部に配置される反応炉1を備えている。

反応炉1は頂壁1a、底壁1b及び側壁1eを有する反応室である。頂壁1aと底壁1bとは透光性の石英で形成されている。側壁1eには、反応炉1内に気相成長用の反応ガスを供給するためのガス供給口1cと、反応炉1から反応ガスを排出させるためのガス排出口1dとが形成されている。ガス供給口1cには、所定の組成及び流量で反応ガスを供給するガス供給装置(図示せず)が接続され

ている。なお、反応ガスとしては、例えばシリコン単結晶基板上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる際には、原料ガスである SiHCl_3 (トリクロロシリラン) ガスとキャリアガスである H_2 ガスとの混合ガスを用いることが好ましい。

反応炉 1 の上方には、頂壁 1 a を通して反応炉 1 の内部に向かって輻射を行う
5 加熱装置 5 a が配設され、反応炉 1 の下方には、底壁 1 b を通して反応炉 1 の内
部に向かって輻射を行う加熱装置 5 b が配設されている。なお、本実施の形態に
おいては、加熱装置 5 a, 5 b としてハロゲンランプが用いられている。

また、反応炉 1 の内部には、シリコン単結晶基板 W を載置するための略円盤状
のサセプタ 2 が、支持部材 3 に支持された状態で配置されている。

10 サセプタ 2 は、グラファイトに炭化ケイ素 (SiC) がコーティングされて形成
されたものである。

サセプタ 2 の縦断面図を図 2 A に示す。この図に示すように、サセプタ 2 は逆
U 字状に反った縦断面形状を有している。サセプタ 2 の裏面 2 b 側の曲率は、
15 $1.75 \times 10^{-5} \text{ mm}^{-1}$ 以下となっている。また、サセプタ 2 の主表面 2 a、つまり
上面には略円形の座ぐり 2 c が形成されている。

座ぐり 2 c は、シリコン単結晶基板 W を支持する外周側部分 2 0 と、この外周
側部分 2 0 の内側において外周側部分 2 0 よりも窪んだ状態に形成された内周側
部分 2 1 と、を有する二段構成に形成されている。座ぐり 2 c の底面 2 1 a、つまり
20 座ぐり 2 c の内周側部分 2 1 の底面 2 1 a は縦断面視 U 字状に形成されてい
る。より詳細には、座ぐり 2 c の底面 2 1 a は、シリコン単結晶基板 W の裏面と
の最大距離が 0.4 mm 未満となるように形成されている。なお、本実施の形態
においては、座ぐり 2 c の底面 2 1 a とシリコン単結晶基板 W の裏面との最大距
離は、座ぐり内深さと同義である。この座ぐり内深さは、主表面側を上にしてサ
セプタ 2 を定盤上に載置し、レーザー変位計を用いて直径方向に測定を行うこと
25 により、測定チャートから得ることができる。また、図 2 A には図示しないが、
座ぐり 2 c 内に載置されたシリコン単結晶基板 W は、図 1 に示すように、加熱装
置 5 a によって上方から加熱されるとともに、加熱装置 5 b によってサセプタ 2
を介して下方から加熱されるようになっている。

また、図 2 B にサセプタ 2 の裏面 2 b 側の平面図を示す。この図に示すように、

座ぐり 2 c より外側の部分には、サセプタ 2 の裏面に開口する 3 つの凹部 2 e が設けられている。

支持部材 3 は、図 1 に示すように、サセプタ 2 の下方において上下方向に延在した回転軸 3 a を備えている。回転軸 3 a の上端部には、斜め上方に向けて放射状に分岐した 3 本のスパーク 3 b が設けられている。各スパーク 3 b の先端はサセプタ 2 の凹部 2 e と嵌合してサセプタ 2 を支持している。なお、回転軸 3 a には回転駆動装置（図示せず）が接続されており、この回転駆動装置の駆動によつて回転軸 3 a とサセプタ 2 とが回転するようになっている。

次に、上記のような気相成長装置 100 を用いてシリコン単結晶基板上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させる気相成長方法について説明する。

まず、シリコン単結晶基板を搬送してサセプタ 2 の座ぐり 2 c 内に載置する。ここで、サセプタ 2 は縦断面視逆 U 字状に反っているので、座ぐり 2 c の底面 2 1 a とシリコン単結晶基板 W の裏面との間隔は、サセプタ 2 が縦断面視 U 字状に反った場合と比較して小さい。

次に、加熱装置 5 a, 5 b によりシリコン単結晶基板を加熱するとともに上記回転駆動装置によりサセプタ 2 を回転させ、この状態でガス供給口 1 c から反応炉 1 内に SiHCl_3 ガスと H_2 ガスとの混合ガスを反応ガスとして導入し、気相成長を行う。このとき、上記のように、縦断面視 U 字状のサセプタを用いる場合よりも座ぐり 2 c の底面 2 1 a とシリコン単結晶基板 W の裏面との間隔が小さくなっている分、シリコン単結晶基板 W の主表面側の中央部と外周部との温度差が小さい状態で気相成長が行われることとなる。

以上のような気相成長装置 100 によれば、縦断面視 U 字状のサセプタを用いる場合よりもシリコン単結晶基板 W の主表面側の中央部と外周部との温度差を小さくした状態で気相成長を行うことができる。つまりシリコン単結晶基板 W の外周部に加えられる熱応力を抑制しながら気相成長を行うため、スリップ転位の発生頻度を確実に低減することができる。

また、座ぐり 2 c の底面 2 1 a とシリコン単結晶基板 W の裏面との最大距離、つまり座ぐり内深さが 0.4 mm 未満である場合、以下の表 1 に示すように、スリップ転位の発生頻度を確実に低減することができる。

【表1】

サセプタ形状	□	□	□	U	U
座ぐり内深さ (mm)	0. 23	0. 32	0. 38	0. 48	0. 53
スリップ転位の発生	○	○	○	×	×

(○：スリップ転位なし、×：スリップ転位発生)

但し、表中、「サセプタの形状」とはサセプタの縦断面形状のことであり、
5 「U」はU字状、「□」は逆U字状であることを示している。

なお、上記実施の形態においては、気相成長装置100を枚葉型のものとして
説明したが、シリコン単結晶基板Wを座ぐり内で略水平に支持するものであれば、
例えば一度に複数枚のシリコン単結晶基板にシリコンエピタキシャル層を気相成
長させるバッチ式のものでも良い。

10 また、直径300mmのシリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシ
ヤル層を気相成長させる場合について説明したが、直径が大きい程スリップ転位
低減のために座ぐり内深さを小さくする必要があるので、直径が300mmより
大きいシリコン単結晶基板についても同様に適用が可能である。

15 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る気相成長装置及び気相成長方法は、スリップ転位
の発生頻度を確実に低減するのに有用であり、特に、シリコン単結晶基板の主表
面にエピタキシャル層を気相成長させる場合に適している。

請求の範囲

1. サセプタに形成された座ぐり上に載置したシリコン単結晶基板を両面から
加熱しつつ、該シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を氣
5 相成長させる気相成長装置において、

前記座ぐりは、前記シリコン単結晶基板の裏面を支持する外周側部分と、前記
外周側部分の内側に該外周側部分よりも窪んだ状態に保たれた内周側部分とを有
し、

前記サセプタは、逆U字状に反った縦断面形状を有することを特徴とする気相
10 成長装置。

2. 前記座ぐりは、

直径300mm以上のシリコン単結晶基板用に形成されてなり、

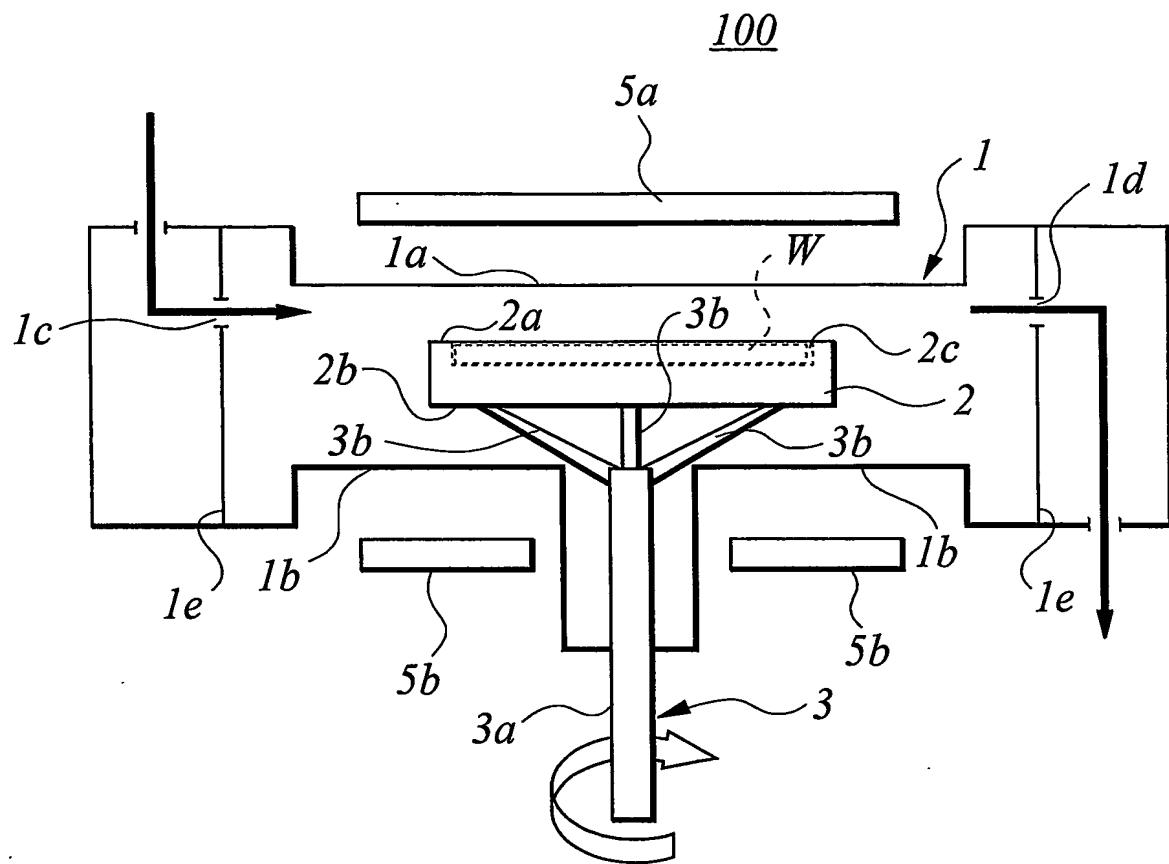
前記座ぐりの前記内周側部分の底面と前記シリコン単結晶基板の裏面との最大
距離が0.4mm未満であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の気相成長
15 装置。

3. 前記サセプタは枚葉型であり、該サセプタの裏面側の曲率は、 $1.75 \times 10^{-5} \text{ mm}^{-1}$ 以下であることを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載
の気相成長装置。

4. 請求の範囲第1項～第3項の何れか一項に記載の気相成長装置を用いて、
20 シリコン単結晶基板の主表面上にシリコンエピタキシャル層を気相成長させることを特徴とする気相成長方法。

1 / 3

図 1



2 / 3

図 2A

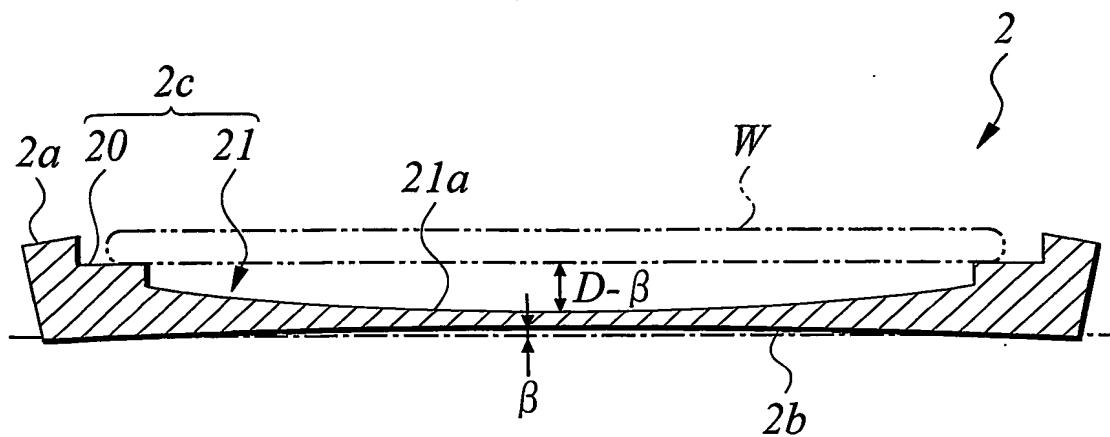
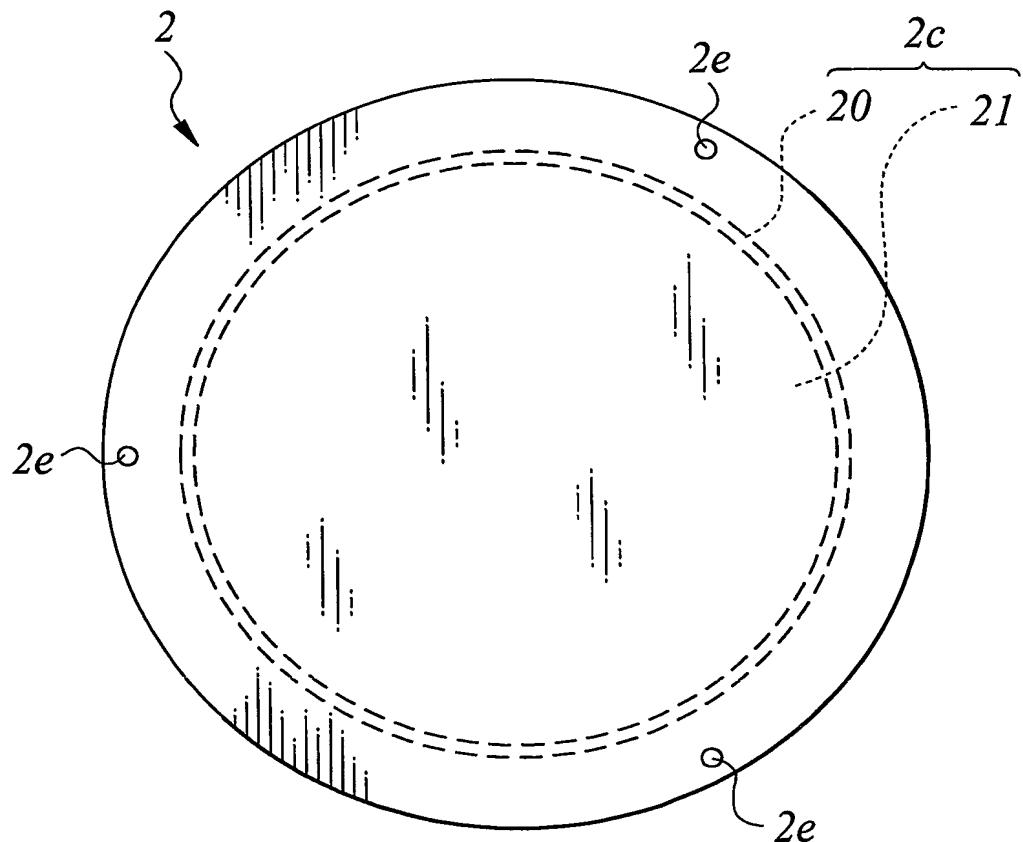
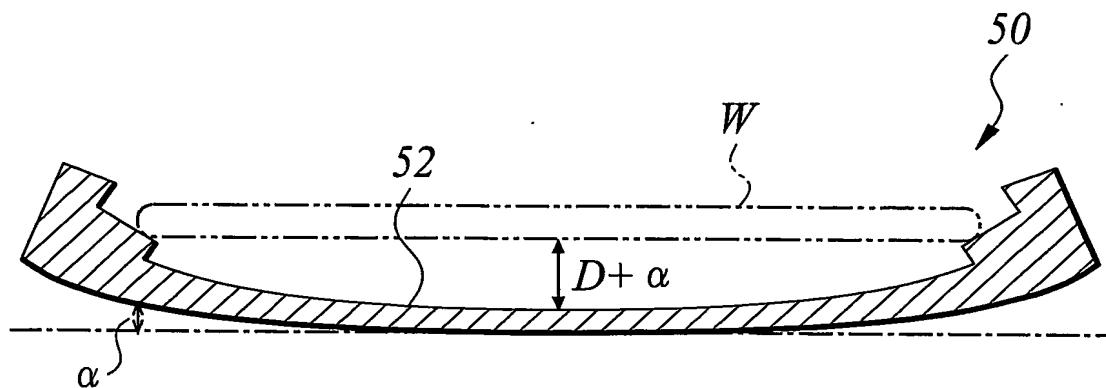


図 2B



3 / 3

图 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/006007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, H01L21/68, C23C16/24, C23C16/458

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H01L21/205, H01L21/31, H01L21/68, C23C16/24, C23C16/458

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-203866 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 18 July, 2003 (18.07.03), Full text (Family: none)	1,2,4
A	JP 2003-197546 A (Shin-Etsu Handotai Co., Ltd.), 11 July, 2003 (11.07.03), Fig. 1 (Family: none)	1,4
Y	JP 01-256118 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.), 12 October, 1989 (12.10.89), Fig. 2 (Family: none)	1,2,4

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 July, 2004 (21.07.04)

Date of mailing of the international search report
03 August, 2004 (03.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2004/006007

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-302550 A (Hitachi, Ltd.), 28 October, 1994 (28.10.94), Fig. 3 (Family: none)	1, 2, 4
A	JP 2002-134484 A (ASM Japan Kabushiki Kaisha), 10 May, 2002 (10.05.02), Par. No. [0024] & US 2002/0162630 A1	2, 4 3
A	JP 2000-269150 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 29 September, 2000 (29.09.00), Par. No. [0032] (Family: none)	2, 4 3

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP2004/006007

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int.Cl' H01L21/205, H01L21/31, H01L21/68, C23C16/24,
C23C16/458

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int.Cl' H01L21/205, H01L21/31, H01L21/68, C23C16/24,
C23C16/458

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-203866 A (信越半導体株式会社) 2003.07.18, 全文, (ファミリーなし)	1, 2, 4
A	JP 2003-197546 A (信越半導体株式会社) 2003.07.11, 図1, (ファミリーなし)	1, 4
Y	JP 01-256118 A (住友金属工業株式会社) 1989.10.12, 第2図, (ファミリーなし)	1, 2, 4
Y	JP 06-302550 A (株式会社日立製作所) 1994.10.28, 図3, (ファミリーなし)	1, 2, 4
Y	JP 2002-134484 A (日本エ・エス・エム株式会社) 2002.05.10, 段落【0024】 & US 2002/0162630 A1	2, 4
A		3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

21. 07. 2004

国際調査報告の発送日

03. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

池渕 立

4 R 8831

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

C(続き) .	関連すると認められる文献	関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y	JP 2000-269150 A (東芝セラミックス株式会社) 2000.09.29, 段落【0032】,(ファミリーなし)	2, 4
A		3